

ローラースケートを用いたスピードスケート競技のトレーニング

中井 誠一*・田中 邦雄**

(昭和 58 年 7 月 11 日受理)

A Training Method for Speed Skaters by Means of Roller Skate

By Seiiti NAKAI and Kunio TANAKA

A training method for speed skaters on roller skates was considered with physiological intensity as seen by the Heart Rate (H.R.).

As the first experiment, 3 male and 3 female college skaters glided on the floor by roller skates and on the ice rink. The highest value of H.R. measured during the gliding period on roller skates has the same value with the one on the ice.

For the second experiment, ECG and EMG recorded by Medilog 4-24, were measured during the constant speed gliding on the roller skates by 6 male and 6 female college skaters on the floor rink, with a lap length between 60 and 175 meters. They performed 4 times gliding at speed between 2.7 m/s and 6.9 m/s, and each glide time was 3 minutes.

H.R. and stroke frequency were measured by the ECG and EMG, and gliding speed was calculated by the lap time and the length of gliding distance.

The H.R. during the last one minute of gliding period at each speed was related to the mean speed. Highly significant correlation was found between H.R. and speed in each length and with both sexes. Furthermore, the stroke frequency was correlated with H.R. as well as speed. The relationship between speed and H.R., that of stroke and H.R. were represented by a linear dimension.

緒 言

「スピードスケート競技」においては年間を通じて氷上での練習より陸上での練習期間が長いことから陸上でのトレーニングが競技成績に大きく影響するものと考えられる。そのシーズンオフのトレーニングとして自転車やスライドボードによるトレーニング及びウェイトトレーニング等とともにローラースケート（フロアスケート、ニューローラーとも称されている。）を用いた練習が行なわれている。

本稿で用いるローラースケートとはスケート用の靴に 5 個のローラーを縦に取り付けたものであり、スケート競技のトレーニング用に作製され、コンクリート上で滑走することができる (Fig. 1)。これを用いた滑走は氷上での動作に近い姿勢であると考えられ、模擬動作を行なうには十分かと思われるが、トレーニングの方法すな

わち、滑走の時間や距離あるいはトレーニングの効果に関しては未解決な点が多い。

たとえばトラックの大きさについても一定でなく、施設の条件に合わせて、コンクリートの広場を利用して、1 周の距離を考慮せず滑走する場合や 1 周 60 m あるいは 175 m のトラックで滑走する場合もある。又、1 周 250 m のトラックを用いてトレーニングを実施している Суслин, А. В.³⁾ の報告もある。

トレーニング方法について検討しようとするとき、運動の強度と運動の様式を明らかにする必要がある。

心拍数は運動強度と比例関係を持つており^{3,4)}、ローラースケート滑走時でも運動強度に関する測定可能な生体尺度の一つである。又、ここでは運動様式の指標としては、歩数を取り挙げる。これは運動強度を決定する因子の中で滑走の速度と歩数は数量化できると考えたから

日本体育学会第 33 回及び第 34 回大会において一部発表した。

* 衛生学研究室

** 野外教育研究室



Fig. 1. Photographic illustration of the experiment for recording EMG and ECG during the roller skating. Electrode was fixed on the surface of the muscle of rectus femoris, and recorder was held on the waist of each subject. Roller skates with 5 rollers are also seen in the photograph.

である。

アイススケート滑走による速度と生体反応との関係に関する研究としては Di Prampero, P. E. *et al.*²⁾, Ekblem, B. *et al.*³⁾, 真島⁴⁾による心拍数, 酸素摂取量及び乳酸の測定報告がみられるが, 歩数との関係についての顕著な知見はいまだ見あたらない。

そこでローラースケートを用いたトレーニング中の心拍数の変動と氷上でのアイススケートによる練習時の心拍数の変動を比較検討することにした。

さらに, ローラースケート滑走における運動強度を決定する諸因子との関係を明らかにするため, 滑走速度及

び歩数と心拍数の関係についても検討した。

方 法

1) 氷上及びローラーでの練習中の心拍数

アイススケート及びローラースケートによる練習時の心拍数を男女各3名について測定した。氷上での練習は男女とも 400 m リンクを用いたものであり, 男子は 3,000 m 及び 10,000 m, 女子は 1,000 m 及び 3,000 m の練習をそれぞれ実施した。ローラーによる練習はコンクリートの広場を利用し, 男子は 3 分間及び 6 分間の, 女子は 2 分間及び 4 分間の滑走とした。1 周の距離は特に計測せず, 滑走の時間を一定にした。

2) ローラースケート滑走時の速度, 歩数及び心拍数

ローラースケートによる 60 m 及び 175 m のコンクリートのトラックにおいて, 4 種の異なる速度で滑走中の心拍数, 歩数及び速度を測定した。滑走の時間は 3 分間とし, 各試行の間に 3 分間の休息を取った。

速度は滑走距離とその所要時間から平均速度を算出した。4 種の速度条件を設定するため, あらかじめ 1 周のラップタイムを指示した。

被検者は日本体育大学スケート部員, 男女各 6 名であり, いずれもスケート競技経験 5 年以上の者で, ローラースケートによる練習についても経験を有する者である。

60 m のトラックは大学構内のコンクリート広場を利用したものであり, 175 m のトラックは伊香保スケートセンターの駐車場で作製した直線部 50 m のトラックを作製し, 実験を行なった。

3) 心拍数及び歩数の測定

心拍数及び歩数は心電図及び筋電図を記録することにより測定した。

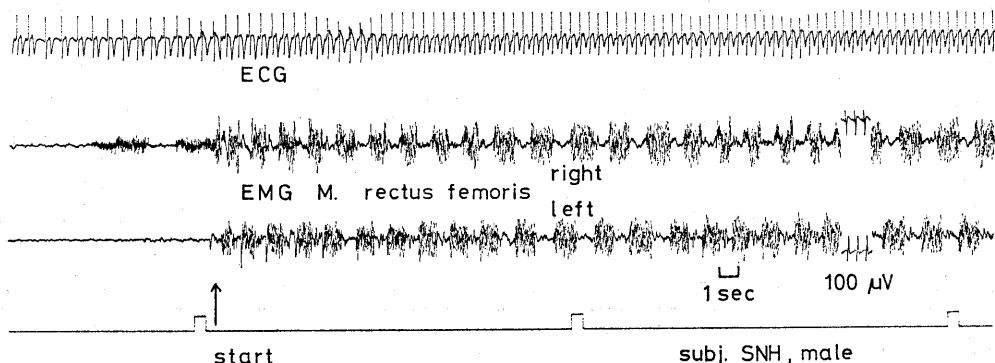


Fig. 2. A sample of EMG and ECG during roller skating on the 175 m track.

心電図及び筋電図の測定のために小型レコーダ (Medilog 4-24, Oxford 社) を被検者に携行させ、胸部双極誘導による心電図と表面電極法による大腿直筋の筋電図を収録した。再生はデータコーダ (TEAC, R-61D) を使い、ジェットコーダ (日本光電工業) にて再録した。一方、データコーダからの心電図はパルスカウンター (ET-612J, 日本光電工業及びウインドスライサー、

EN-601J を併用) を使い、1分間当りの心拍数に処理し、デジタルプリンターに印字した。

Fig. 1 はローラースケートによる滑走の様子を示したもので、被検者の腰部に Medilog 4-24, (約 500 g) を固定したが、滑走の動作を妨げることはなかった。ローラースケートは図に示すごとく、アイススケート用の靴に5個のローラー (幅 12 mm) を縦に取り付けたものである。

Fig. 2 にはローラースケート滑走中に得られた心電図 (ECG) と筋電図 (EMG) の一部を示した。大腿直筋の筋電図から毎分当りの歩数 (strokes) を判読した。

結 果

1) ローラー及び氷上での練習時の心拍数

ローラースケートを用いたトレーニングでは、一定の時間滑走する方法が行なわれている。Fig. 3 は男子の練習時の心拍数の変動の1例を示したものである。男子は3分間及び6分間の滑走、女子は2分及び4分間の練習時の心拍数について測定することができた。また、Fig. 3 と同じ被検者についての氷上での練習時の心拍数の変動例は Fig. 4 に示した。これらの心拍数を比較するため、それぞれの所要時間に近い練習種目の心拍数を取り挙げ、Table 1 に示した。それぞれの種目間において同等の心拍数を示している。

2) ローラースケート滑走時の速度、歩数及び心拍数

前述の心拍数は通常の練習時に得られたものであり、

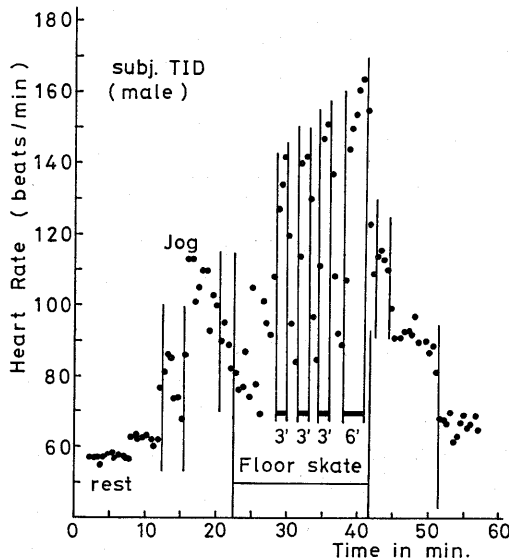


Fig. 3. Heart Rate (H.R.) changes during the training on roller skates.

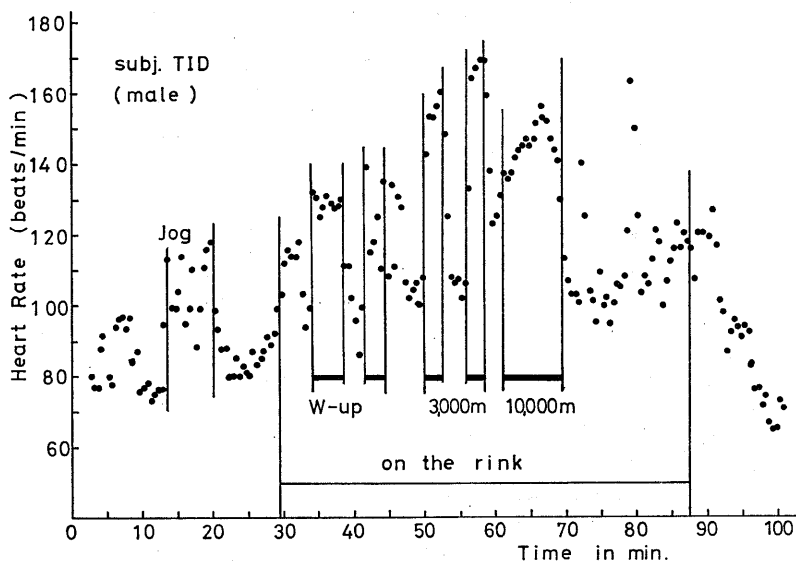


Fig. 4. H.R. changes during skating on the 400 m ice rink.

Table 1. The highest value of H.R. during training by roller skates and ice skates.

Roller Skate			Ice Skate	
Male				
Subj.	3 min	6 min	3,000 m	10,000 m
TID	151	164	169	156
NMR	177	191	182	191
KBY	177	183	182	192
Female				
Subj.	2 min	4 min	1,000 m	3,000 m
TKN	162	167	169	179
MIH	167	169	177	172
ITO	169	175	184	192

最大努力によるものか疑問が残る。ローラースケートを用いた滑走によって得られる負荷強度の程度及び速度、歩数と負荷強度の関係を明らかにするため、4種の方法で滑走中の心拍数と歩数の変化を Fig. 5 に示した。滑走時の心拍数は 30 秒ごとに示し、2 分目から 3 分目の心拍数及び歩数を各試行速度の代表値とした。速度と心拍数の最大値は 60 m トラックで男子 5.8 m/s (194 拍/分)、女子 5.5 m/s (178 拍/分)、175 m トラックでは男子 6.9 m/s (194 拍/分)、女子 5.9 m/s (180 拍/分) であった。

かくして得られた心拍数と速度の関係を Fig. 6 に示した。これらの関係は有意な相関関係と認められるが、性別、トラックの大きさによるそれらの関係についてそれぞれの回帰直線について共分散分析⁷⁾により検討する

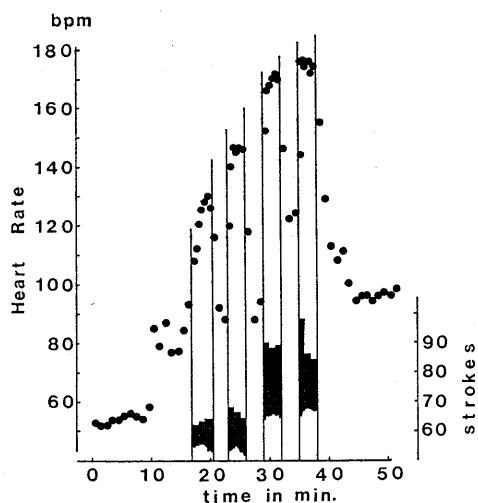


Fig. 5. Changes of H.R. and stroke frequency during the glide on roller skates.

と、男子ではトラックの大きさ別の回帰直線の回帰係数に差が認められず、回帰の高さにおいて有意な差が認められた。しかし女子ではトラック別の回帰直線の係数はいずれも有意と認められなかった。そこで図には男子は 2 本 (実線)、女子は 1 本 (破線) の回帰直線で示した。

さらに、男女別回帰直線 (Fig. 6) について 60 m では回帰係数 (傾斜) が、175 m では回帰の高さが有意差と認められたことから、速度と心拍数の関係には性差が認められた。

Fig. 7 には滑走時の歩数 (strokes) と心拍数の関係

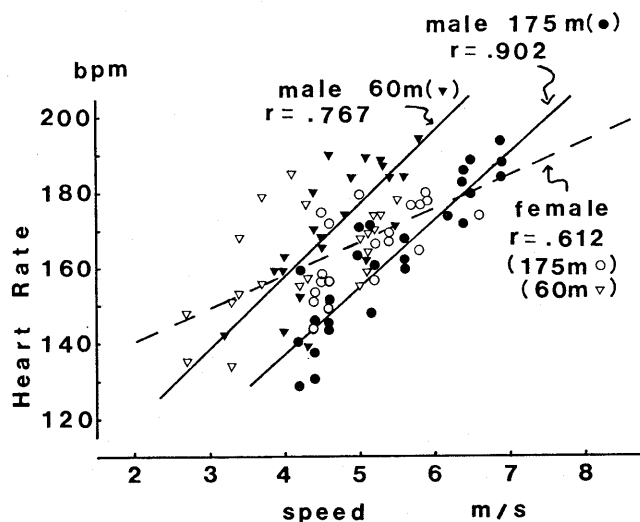


Fig. 6. Relations between H.R. and gliding speed on roller skates.

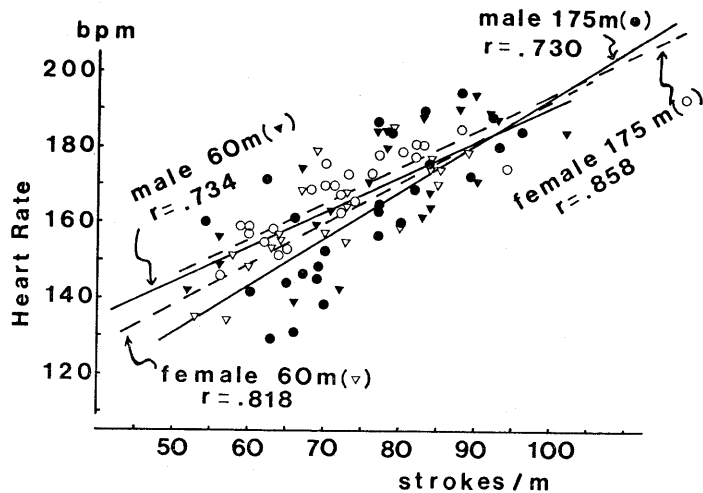


Fig. 7. Relations between H.R. and stroke frequency during the gliding period on roller skates.

を示した。歩数の変動範囲は 60 m トラックで 52~102 歩/分 (男子), 53~89 歩/分 (女子), 175 m トラックでは 54~96 歩/分 (男子), 56~94 歩/分 (女子) であり, 各条件間ないしは, 性別に特徴はみられない。各条件間において得られた関係はすべて有意な相関関係と認められた。共分散分析からトラックの条件間及び性別について回帰の高さが有意と認められた。したがって男子は実線で女子は破線でそれぞれ 175 m と 60 m について示した。

考 察

従来ローラースケートによる滑走は技術練習が中心であると考えられていた。根本と平手⁶⁾によれば, 最高心

拍数は 140 拍/分から 160 拍/分であるという。しかし, 滑走時間や速度が負荷強度に影響を及ぼすと考えられる。今回の結果のごとく滑走の時間を延長する (たとえば 6 分間の結果のように) ことにより, 負荷強度も大きくなるものと考えられる。また滑走の時間が氷上と同等であれば, 負荷強度も同等であると考えられる。

Di Prampero, P. E. *et al.*¹⁾ や Ekblem, B. *et al.*²⁾ によれば滑走速度と酸素摂取量とは 3 次式 (速度の 3 乗に比例する) に近似するとしている。しかし, 負荷の強さと心拍数とは直線関係^{3,4)}を示すとされている。本稿の結果では, 速度と心拍数は一次的に比例する。また性差が認められることや, トラックの大きさによりその回帰式が異なることにも注目する必要がある。

Table 2. Duration time of a sham training for 3,000 m and 5,000 m race on the 175 m track. Male subjects glided 12.5 rounds of the track and female subjects glided 7.5 rounds. Official best records of 3,000 m and 5,000 m race of each subject are shown at the last column of the table. 4'07'' means 4 minute 07 second.

Subj.	Female Roller skate 175 m×7.5			Male Roller skate 175 m×12.5		
	AMN	ITO	KID	TID	MRS	TTY
	4'07''	4'07''	4'27''	7'52''	5'52''	6'28''
	3'53''	3'53''	4'50''			
	4'01''	4'01''	4'25''	6'01''	5'42''	5'43''
	3'52''	3'52''	4'47''			
	Ice skate 3000 m			Ice skate 5000 m		
	5'02''	4'54''	5'23''	7'25''	7'49''	7'41''

トラックの大きさによる差は男子では速度と心拍数の関係に影響するようである。60 m トラックにおいては直線部より曲線部の占める割合が多いため、ほとんどがコーナー滑走となる、そのため同一速度において 175 m トラックよりも高い心拍数を示したと考えられる。

1 周 175 m のトラックを用いたトレーニングの 1 例として、氷上の 5,000 m (男子) 及び 3,000 m (女子) に当る、12 周半及び 7 周半の滑走を実施した場合の所要時間を Table 2 に示した。表には各被検者の 5,000 m 及び 3,000 m の最高タイムも示した。12 周半で 5 分 42 秒から 7 分 52 秒、7 周半で 3 分 52 秒から 4 分 50 秒の範囲であった。これらは氷上での各距離の競技時間に近いものであり、直線及びコーナーにおける滑走の回数も同一であることから競技を模擬できるものと考えられる。

ローラースケート専用の練習場を持つことは困難なことである。まして、Суслин, А. В.⁸⁾ の報告にある 250 m のトラックが用意できる場所を得ることはほとんど不可能である。

今回の結果が示すごとく、トラックの大きさに関係なく、速度と心拍数は直線的であり、速度を増すことにより大きな負荷を得ることができる。さらに 1 周が 175 m 程度のトラックで十分理想的な練習ができるものと考えられる。

要 約

スピードスケート競技のトレーニングに用いられているローラースケートを用いた滑走について、心拍数の変動と速度及び歩数との関係から検討した。

ローラースケートを用いた滑走は持続時間が同等であれば、氷上での滑走中の心拍数と変らない値であった。

心拍数は速度及び歩数と直線関係であった。その関係には性別及び 1 周の距離の大きさにより差が認められた。しかし、トラックが小さい場合には、コーナー滑走が多くなるため大きな負荷となる。

滑走時間と速度を考慮することにより、技術練習だけでなく体力レベルを高めるトレーニングとして利用価値

のあるものである。

謝 辞

稿を終えるにあたり、被検者として積極的に協力されたスケート部学生諸君に感謝します。

また、測定ならびに資料整理の援助を受けました樫村修生研究員 (現、信州豊南女子短大講師)、ならびに校閲の労を賜りました松岡脩吉名誉教授に深湛なる謝意を表します。

(本研究は昭和 57 年度学内奨励研究費の助成によるものである。)

文 献

- 1) Di Prampero, P. E., G. Cortili, P. Mognoni and F. Saibene: Energy cost of speed skating and efficiency of work against air resistance., *J. Appl. Physiol.*, **40** (4), 584-591, 1976.
- 2) Ekblom, B., L. Hermansen and B. Saltin: Hastighetsakning på skridsko, *Idrottsfysiologi Rapport nr. 5*, Framtiden, Stockholm, 1976. [Åstrand, P. O. and K. Rodahl: Textbook of work physiology, McGraw-Hill Book comp. New York, 1970. より]
- 3) 猪飼道夫, 山地啓司: 心拍数からみた運動強度—運動処方の研究資料として—, *体育の科学*, **21** (9), 589-593, 1971.
- 4) 石井喜八: 負荷の強さと心拍数の関係, *体育の科学*, **27** (4), 222-226, 1977.
- 5) 真島英信: スピードスケート, 札幌オリンピック・スポーツ科学研究報告, 日本体育協会, 181-210, 1974.
- 6) 根本 勇, 平手則男: スピードスケート選手のトレーニング II, パワートレーニングの実際 3, 月刊トレーニングジャーナル, **9**, 1982.
- 7) スネデカー, コ克蘭 (畑村又好, 奥野忠一, 津村善郎訳): 統計的方法, 原書第 6 版, 岩波書店, 1982, pp. 405-408.
(Snedecor, G. W. and W. G. Cochran, Statistical methods, 6th edition, the Iowa State University Press, Ames. 1967)
- 8) Суслин, А. В.: Бег на роликовых коньках как средство специальной технической и функциональной подготовки, крьюбежный спорт, выпуск 2, <физкультура и Спорт>, 1972.